

METHOD FOR MONITORING WAVELENGTH MULTIPLEX SIGNAL

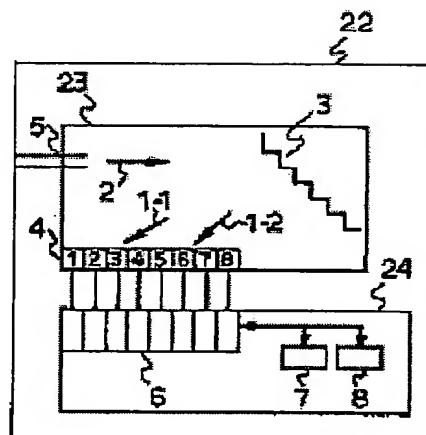
Patent number: JP8163093
Publication date: 1996-06-21
Inventor: KITAJIMA SHIGEKI; KUBOKI KATSUHIKO
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: *H04J14/00; H04J14/02; H04J14/00; H04J14/02; (IPC1-7): H04J14/00; H04J14/02*
- european:
Application number: JP19940306020 19941209
Priority number(s): JP19940306020 19941209

Report a data error here

Abstract of JP8163093

PURPOSE: To monitor a strength of each of wavelength multiplex signals and wavelength by receiving the wavelength multiplex signal with a spectral means and a photodiode array and specifying the wavelength at a position of a photodiode detecting an optical signal to use small sized and passive optical elements.

CONSTITUTION: The circuit realizing the method is made up of an optical integrated circuit element 23 integrating an optical guide path 5, an optical diffractive grating 3 and a photodiode array 4 and up of a digital circuit 24 including an A/D converter 6, a processor 7 and a memory 8. Then a wavelength multiplex signal is received by a spectral means (optical diffraction grating 3) and 2n-sets or over of photodiode arrays 4 and a wavelength is specified depending on a position of a photodiode 4 detecting an optical signal. That is, the optical diffraction grating 3 resolves the wavelength multiplex signal 2 into optical signals 1-1, 1-2 and the diffracted optical signals 1-1, 1-2 are received by the photodiode array 4. Number of photodiodes is, e.g., 8 and it is a multiple of 4 with respect to number 2 of the optical signals 1-1, 1-2.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-163093

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 14/00
14/02

H 0 4 B 9/ 00

E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-306020

(22) 出願日 平成6年(1994)12月9日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 北島 茂樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 久保木 勝彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

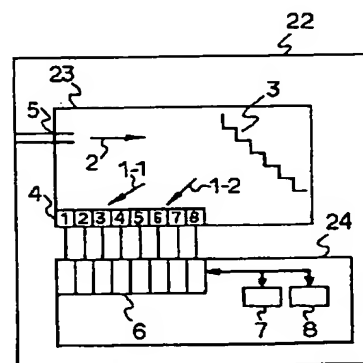
(54) 【発明の名称】 波長多重信号モニタ方法

(57) 【要約】

【目的】 小型で丈夫な光素子で波長多重信号の強度と波長をモニタし、調整簡単な波長多重信号モニタ方法を得る。

【構成】 波長多重信号2を、分光手段21と2n個以上のアレイ化フォトダイオード4とで受光し、光信号検出のフォトダイオード4の位置で波長を特定し、1以上n個の光信号の各波長または各強度またはその両者をモニタする。

図1



1-1, 1-2 : 光信号

2 : 波長多重信号

3 : 光回折格子

4 : アレイ化フォトダイオード

6 : A/D変換器

7 : デジタルプロセッサ

8 : メモリ

11 : 合波器

21 : 分波器

22 : 波長多重信号モニタ

24 : デジタル回路

26 : 光導波路アレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の波長が異なる n 個以上の光信号を合波した波長多重信号を、それぞれの波長の光信号に分光する手段と、分光した光信号を $2n$ 個以上のアレイ化したホトダイオードとにより受光し、上記分光した光信号を検出したホトダイオードの位置によって波長を特定し、上記波長多重信号を構成する 1 以上 n 個の光信号について、各波長もしくは各強度もしくはその両者をモニタすることを特徴とする波長多重信号モニタ方法。

【請求項 2】複数の波長が異なる n 個の光信号を合波した波長多重信号を、それぞれの波長の光信号に分光する手段と、分光した光信号を $2n$ 個以上のアレイ化したホトダイオードとにより受光し、上記分光した光信号を検出したホトダイオードの位置によって波長を特定し、上記波長多重信号を構成する光信号の各波長もしくは各強度もしくはその両者を同時にモニタすることを特徴とする波長多重信号モニタ方法。

【請求項 3】上記光信号の各強度は、上記ホトダイオードが検出した信号の大きさによってモニタすることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の波長多重信号モニタ方法。

【請求項 4】上記分光手段は、分光した光信号を受光するホトダイオードアレイと 1 つの半導体基板上に集積化されており、上記ホトダイオードアレイを構成するホトダイオードの素子数が、波長多重信号のうちモニタする光信号数の 2 倍以上あり、モニタする光信号の各波長もしくは各強度もしくはこれら両者を同時にモニタできることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の波長多重信号モニタ方法。

【請求項 5】上記ホトダイオードアレイは、その出力を A/D 変換器でデジタル化し、メモリとデジタルプロセッサからなるデジタル回路により処理し、各ホトダイオードの感度特性の補正、もしくは波長とホトダイオード位置関係の補正、もしくはその両者を同時に補正することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 4 記載の波長多重信号モニタ方法。

【請求項 6】上記分光手段は、光回折格子もしくは光導波路アレイであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 4 記載の波長多重信号モニタ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光波長多重伝送における特に波長多重信号の送信、受信および中継装置に用いる、信号モニタ方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光波長多重伝送システムの従来例としては、図 7 に示すように、光波長多重送信装置 100 と光中継装置 200 と光受信装置 300 と、それらを結ぶ光ファイバ 40 および 41 から構成されている。光波長多重送信装置 100 は、複数の波長（光周波数）が異なる

光信号 1 を出力する光送信器 10 と、光信号を合成し波長多重信号 2 にする合波器 11 から構成されている。光中継装置 200 は光増幅器 20 と分波器 21 と波長多重信号モニタ 22 を含む構成となっている。光受信装置 300 は光増幅器 33 と分波器 30 と複数の波長フィルタ 31 および複数の光受信器 32 を含む構成になっている。上記波長多重信号モニタ 22 は伝送される波長多重信号 2 をモニタし、異常を検出する目的で設置されている。

【0003】伝送される波長多重信号 2 のスペクトルを図 8 (a) に示す。波長多重伝送システムにおける伝送する波長多重信号 2 のモニタには、波長多重信号 2 の強度だけでなく、各光信号 1 の強度および波長をモニタすることが必要である。強度に関するモニタの目的には、合波器 11 の断線の検出（図 8 (b)）や、光増幅器 20 等の波長特性によるチャンネル間の強度差の検出（図 8 (c)）がある。また、波長をモニタする目的は、光受信装置 300 において信号選択に用いられる波長フィルタ 31 の透過ピーク波長と、受信する光信号の波長のずれの検出（図 8 (d)）である。

【0004】波長多重信号をモニタするために、市販のスペクトラムアナライザを用いたのでは、サイズや機械的強度およびコストの点で問題がある。従来の波長多重信号モニタの代表的な方法として、掃引型ファブリ・ペローのようなチューナブル光フィルタを用いる方法があった。しかし、走査型フェブリ・ペローは機械的に動く部分の精度、強度、耐久性が問題であった。また、波長や強度の校正が必要になることも問題である。

【0005】各光信号に周波数が異なる低周波の正弦波を重ねし、光電変換した信号の各低周波成分を検波することにより、チャンネルを識別しながら各信号の強度を検出する方法も特開平 5-327663 号に示されている。しかし、波長の情報を得ることができない欠点がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】スペクトラムアナライザを用いている場合には、サイズ、機械的強度およびコストに問題があった。また、掃引型ファブリ・ペローを用いる方法では、可動部分の精度、強度、耐久性および校正方法に問題があった。さらに、低周波の正弦波を用いる方法では波長の情報をモニタできないという問題があった。

【0007】本発明の目的は、小型かつ丈夫であり可動部分がない光素子を用いて波長多重信号の各信号の強度と波長の両方をモニタできる波長多重信号モニタ方法を得ることにある。また、本発明の他の目的は、調整（強度および波長校正）が簡単である波長多重信号モニタ方法を得ることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、複数の波長

が異なる光信号を合波した波長多重信号を、それぞれの波長の光信号に分光する手段と、分光した光信号を $2n$ 個以上のアレイ化したホトダイオードとにより受光し、上記分光した光信号を検出したホトダイオードの位置によって波長を特定し、上記波長多重信号を構成する 1 以上 n 個の光信号について、各波長もしくは各強度もしくはその両者をモニタすることにより達成できる。また上記他の目的は、A/D変換器とデジタルプロセッサとメモリを含むデジタル回路を用いて、上記ホトダイオードアレイの出力を処理することによって達成できる。

【0009】

【作用】分光手段と $2n$ 個以上のホトダイオードのアレイを集積した光素子に入力された波長多重信号は、分光手段により各信号に分波される。分波された光信号は、ホトダイオードアレイによって検出される。各光信号の波長は検出されるホトダイオードの位置によってモニタできる。ただし、分波された光信号を区別するためには隣合う光信号の間を検出する必要があるため、ホトダイオードの数は少なくとも $2n$ 個が必要である。さらに、 1 つの光信号について波長がずれる方向を知るためには、本来の位置と長短にずれた場合での位置との 3 つのホトダイオードが必要である。波長がずれる方向も検出できるホトダイオードアレイに必要なホトダイオードの数は $3n$ 以上である。また、ホトダイオードによって検出した信号により光信号の強度をモニタできる。ここで分光手段としては回折格子や導波路アレイが考えられる。上記集積化された光素子は小型であり、かつ可動部分がないため、機械的に丈夫である。

【0010】また、上記他の目的を達成するためのデジタル回路はつぎのように動作する。ホトダイオードの出力はA/D変換器によりデジタル信号に変換されてデジタル回路に取り込まれる。あらかじめ基準光源等を観測することにより、波長とホトダイオードの位置および各ホトダイオードの感度特性を、校正の基準になる参照情報としてメモリに記憶しておく。記憶された参照情報とモニタしている波長多重信号のデジタル信号を比較することにより、波長および強度を校正することが可能である。

【0011】

【実施例】つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。図1は本発明による波長多重信号モニタ方法の実施例を示す図、図2は上記実施例における各部の信号を示す図、図3は波長決定方法の説明図、図4は本発明の他の実施例を示す構成図、図5は本発明を波長多重送信装置に応用した実施例の構成図、図6は本発明を光中継装置に応用した実施例の構成図である。

【0012】本発明の波長多重信号モニタにおける一実施例の構成を図1に示す。光導波路5と光回折格子3とホトダイオードアレイ4が集積化された光集積素子23と、A/D変換器6とプロセッサ7とメモリ8を含むデ

ジタル回路24とから構成されている。

【0013】まず、図2(a)に示すようなスペクトルを持つ波長多重信号2の受光について説明する。波長多重信号2は光導波路5によって光集積素子23の中に導かれ、光回折格子3へと送られる。光回折格子3は波長多重信号2を各光信号1-1、1-2に分波する。分波された光信号1-1、1-2はホトダイオードアレイ4によって受光される。ホトダイオードの素子数は8であり、光信号1-1、1-2の数2の4倍である。受光された信号を図2(b)に示す。この信号には波長多重信号2のスペクトルを反映している。ただし、横軸はホトダイオードの位置であり、縦軸はホトダイオードの出力電圧であり、正確な波長や光強度を示してはいない。

【0014】つぎに、デジタル回路24による補正機能について説明する。図2(c)に示した各ホトダイオードの感度特性はメモリ8に記憶してある。記憶された感度を用いて各ホトダイオード出力電圧から各光強度を計算することにより、より正確な光強度がモニタできる。このようにして得られた8個の光強度データから各信号の波長の境界を判定する。各信号の波長領域の補正された信号強度を合計し、(d)に示すような各光信号1-1、1-2の強度とする。

【0015】最後に波長の導出法を図3を用いて説明する。通常の波長はピーク強度を示したホトダイオードによって決まる。より正確に波長を導出するためには、各ホトダイオード感度の波長特性が必要であり、メモリ8に波長特性を記憶してある。例えば図3(a)のようにピークが2つのホトダイオードにまたがっている場合について、強度がそれぞれ16と17であったとする。2つのホトダイオードの感度は、図3(b)に示すような波長特性R6とR7を持っている。波長が λ の場合の感度差 $R6(\lambda)/R7(\lambda)$ がホトダイオードの出力の強度差 $I1/I2$ の原因である。 $I1/I2 = R1$

$(\lambda)/R2(\lambda)$ と比が一致する波長 λ を探すことにより、光信号1-1、1-2の波長を導出することができる。

【0016】本発明におけるホトダイオードの波長帯域は、伝送している高速のデータの影響による変動を避けるため、狭帯域であることが必要である。したがって狭い帯域の安価なホトダイオードにより構成できるという効果がある。また、ホトダイオードの数が信号数 n の2倍以上であることが必要である。ホトダイオードの数については、多い方が光信号の波長をモニタする精度がよくなる。コストや消費電力等を考慮すると、ホトダイオードの数は光信号の数の3倍から10倍が適当である。本発明によって波長多重信号をモニタするための集積化された光素子は小型であり、かつ可動部分がないため機械的に丈夫であり、また、集積化することにより光学系の経時変化が抑えられるとともに、光接続部の結合損失を避けることもできる。

【0017】つぎにデジタル回路を用いることにより、ホトダイオードの出力の校正を容易に行うことが可能である。経時変化が少ない集積化光素子は、一度ホトダイオードの感度特性を記憶することにより、個体差などの問題を避けることができる。このデジタル回路の効果は、本発明のように経時変化が少ない光素子を用いる場合に、特有かつ顕著な効果である。

【0018】本発明においては、他の実施例として図4に示すように、集積化光素子25の分光手段として異なる長さの各光導波路をアレイ状に構成した光導波路アレイ26を用いて、上記異なる導波路長の差により分光することもできる。本発明では分光手段がホトダイオードアレイと異なる石英系の材質であっても、波長多重信号モニタの機能は実現可能である。

【0019】上記実施例では波長多重数が2であったが、多重数はさらに多くても可能である。また、多重数が非常に多い場合には、1つの光素子により波長多重信号の全信号をモニタできない場合も考えられる。波長多重信号の一部をモニタする方法や、波長多重信号をいくつかの帯域に分割し、各帯域ごとにモニタすることも可能である。この場合のホトダイオードの素子数は、モニタすべき光信号数の2倍以上が必要になる。

【0020】本発明のモニタ方法を波長多重送信装置に応用した実施例の構成を図5に示す。2つの光送信器10からの光信号1-1、1-2は合波器11によって合波され、波長多重信号2になる。波長多重信号2を分波器21によって分波し、分波した信号を本発明による上記波長多重信号モニタ22に入力する。各光信号1-1、1-2の波長をモニタすることによって、各信号の波長のずれを検出することができる。検出された波長のずれを各光送信器10に帰還することにより、各光信号1-1、1-2の波長を安定化することが可能になる。また、各光信号1-1、1-2の強度をモニタすることにより、合波器11の各入力端の透過特性のばらつきを含む各信号強度を検出できる。検出した各信号1-1、1-2の強度を各光送信器10に帰還することにより、合波器11の透過特性のばらつきを補償することができる。

【0021】本発明のモニタ方法を光増幅中継装置に応用した実施例の構成を図6に示す。光増幅中継装置200に投入された波長多重信号2は光増幅器20により増幅されたのち分波器21により分波される。分波された光信号の一部は波長多重信号モニタ22によって各光信号の強度がモニタされる。上記各光信号の強度をモニタすることにより、光増幅器20の利得の波長依存性により生じる各光信号、例えば1-1、1-2の強度差をそれぞれ検出することができる。このようにして検出した上記強度差を光増幅器20に帰還することによって、利得特性を均一にできる。さらに検出した強度差の帰還先としては、光送信器を含め光増幅器20以外の部分へ帰

還する方法も可能であり、また、この機能は光受信装置(図7の300)において波長多重信号2をモニタすることによっても可能である。

【0022】

【発明の効果】上記のように本発明による波長多重信号モニタ方法は、複数の波長が異なるn個以上の光信号を合波した波長多重信号を、それぞれの波長の光信号に分光する手段と、分光した光信号を2n個以上のアレイ化したホトダイオードとにより受光し、上記分光した光信号を検出したホトダイオードの位置によって波長を特定し、上記波長多重信号を構成する1以上n個の光信号について、各波長もしくは各強度もしくはその両者をモニタすることにより、波長多重信号の各光信号における波長と強度とを同時にモニタすることができる。また、本発明において波長多重信号をモニタする光素子は、小型に集積化することが可能であり、かつ、可動部分がないため機械的に丈夫であり、さらに、集積化することによって光接続部の結合損失を避けることができる。

【0023】さらにまた、デジタル回路を用いることによって、ホトダイオードの出力の校正を容易に行うことが可能であり、これにより、集積化光素子の個体差などの問題を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による波長多重信号モニタ方法の実施例を示す図である。

【図2】上記実施例における各部の信号をそれぞれ(a)～(d)に示す図である。

【図3】波長決定方法を説明する図で、(a)は補正した光強度、(b)は各PD強度を示す図である。

【図4】本発明の他の実施例を示す構成図である。

【図5】本発明を波長多重送信装置に応用した実施例の校正を示す図である。

【図6】本発明を光中継装置に応用した実施例の構成を示す図である。

【図7】波長多重伝送システムの構成を示す図である。

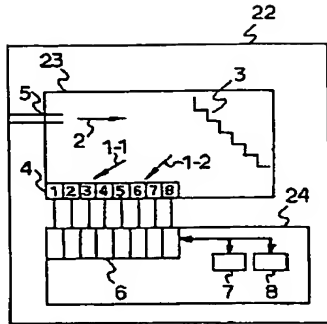
【図8】波長多重信号のスペクトルを示す図で、(a)、(b)、(c)、(d)は常態、信号断、チャネル間強度差、波長ずれの場合をそれぞれ示す図である。

【符号の説明】

1-1、1-2	光信号	2	波長多重信号
3	光回折格子	4	アレイ化ダイオード
6	A/D変換器	7	デジタルプロセッサ
8	メモリ	11	合波器
21	分波器	22	波長多重信号モニタ
24	デジタル回路	26	光導波路アレイ

【図1】

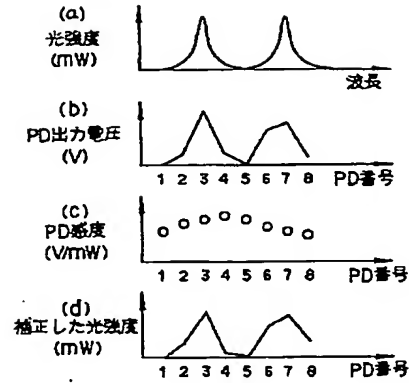
図1



- | | |
|-----------------|---------------|
| 1-1, 1-2: 光信号 | 8: メモリ |
| 2: 波長多重信号 | 11: 合波器 |
| 3: 光回折格子 | 21: 分波器 |
| 4: アレイ化フォトダイオード | 22: 波長多重信号モータ |
| 6: A/D変換器 | 24: デジタル回路 |
| 7: デジタルプロセッサ | 26: 光導波路アレイ |

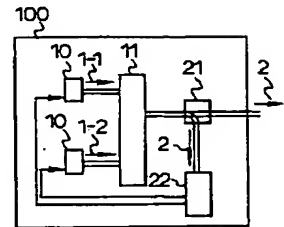
【図2】

図2



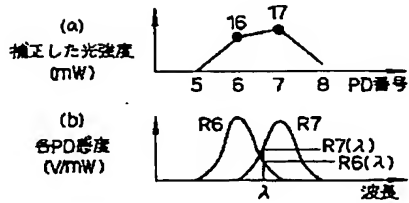
【図5】

図5



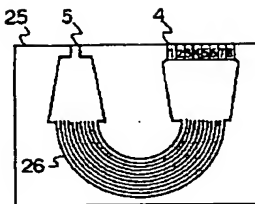
【図3】

図3



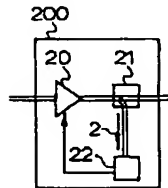
【図4】

図4



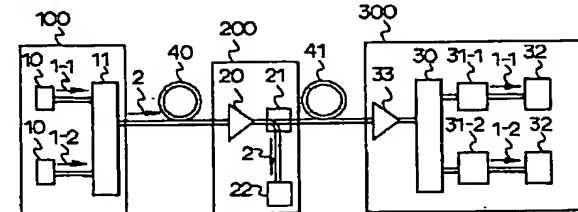
【図6】

図6



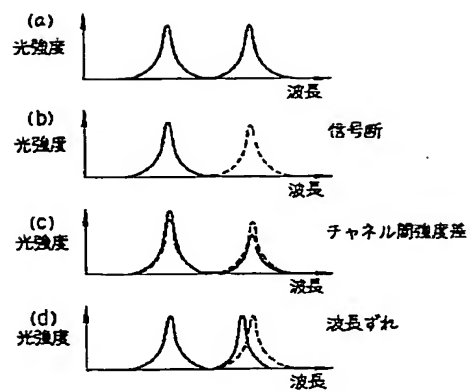
【図7】

図7



【図8】

図8



JP08-1630393, June 21, 1996, English Translation of [0020] to [0021].

[0020] Fig. 5 shows the configuration of an embodiment in which the monitoring method of the present invention is applied in a wavelength multiplexer. Optical signals 1-1, 1-2 from two optical transmitters 10 are coupled by a wave coupler 11 and formed as a wavelength-multiplexed signal 2. The wavelength-multiplexed signal 2 is separated by the wave separator 21, and the separated signal is input into the above wavelength-multiplexed signal monitor 22 based on the present invention. Signal wavelength displacement can be detected by monitoring the wavelength of the optical signals 1-1, 1-2. Stabilization of the wavelengths of the optical signals 1-1, 1-2 is afforded by the feedback of the detected wavelength displacement to the optical transmitters 10. In addition, the intensity of the signal that contains the dispersion in transmission characteristics of the input ends of the wave coupler 11 can be detected by the monitoring of the intensity of the optical signals 1-1, 1-2. The dispersion in the transmission characteristics of the wave coupler 11 can be compensated by the feedback of the intensity of the optical signals 1-1, 1-2 to the optical transmitters 10.

[0021] Fig. 6 shows the configuration of an embodiment in which

the monitoring method of the present invention is applied in an optical amplifier repeater. A wavelength-multiplexed signal 2 input into an optical amplifier repeater 20 is amplified by an optical amplifier 20 and then separated by a wave separator 21. The wavelength-multiplexed signal monitor 22 monitors the intensity of the optical signals of part of the separated optical signal. The difference in intensity of the optical signals generated by the wavelength dependency of the gain of the optical amplifier 20, for example of 1-1, 1-2, can be detected by the monitoring of the intensity of the above optical signals. The gain characteristics can be made uniform by the feedback of the above difference in intensity detected in this way to the optical amplifier 20. Furthermore, as the feedback destination for the detected difference in intensity, a method for the feedback to a section comprising optical transmitters other than the optical amplifier 20 is also possible and, in addition, this function can also be facilitated by the monitoring of the wavelength-multiplexed signal 2 by an optical receiver (300 of Fig. 7).